
Wstęp	6
1. Pojęcia podstawowe	7
2. Promieniowanie słoneczne – charakterystyka energetyczna i spektralna	13
2.1. Słońce.....	14
2.2. Energia promieniowania słonecznego.....	15
2.3. Promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi	18
2.4. Warunki nasłonecznienia w Polsce	22
2.5. Trudności związane z wykorzystaniem energii Słońca	30
2.6. Możliwości generowania energii elektrycznej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii	31
3. Ogniwa fotowoltaiczne	35
3.1. Rys historyczny	37
3.2. Typy półprzewodników	39
3.2.1. Półprzewodnik samoistny.....	39
3.2.2. Półprzewodnik domieszkowany	39
3.2.3. Krystaliczny krzem	39
3.2.4. Domieszki stosowane w technologii krzemu	40
3.3. Efekt fotowoltaiczny.....	42
3.3.1. Generacja fotoprądu.....	46
3.4. Budowa ogniwa fotowoltaicznego	49
3.4.1. Przygotowanie powierzchni.....	49
3.4.2. Dyfuzyjne tworzenie złącza p-n	50
3.4.3. Tworzenie złącza n-p metodą implantacji jonów.....	50
3.4.4. Pasywacja powierzchni krzemu.....	50
3.4.5. Metalizacja.....	50
3.4.6. Osadzanie warstwy przeciwo odbiciowej.....	52

3.5.	Charakterystyka prądowo-napięciowa	54
3.5.1.	Czynniki wpływające na sprawność konwersji ogniw fotowoltaicznych	60
3.5.1.1.	Straty energetyczne wpływające na moc wyjściową	61
3.5.1.2.	Wpływ temperatury na pracę ogniw	62
3.5.2.	MPPT – Techniki wyszukiwania punktu maksymalnej mocy	65
3.6.	Krzemowe ogniwa fotowoltaiczne	69
3.6.1.	Ogniwa monokrystaliczne	72
3.6.2.	Ogniwa polikrystaliczne (multikrystaliczne)	76
3.6.3.	EFG (<i>Edge-Defined Film-Fed Growth</i>)	77
3.7.	Technologie cienkowarstwowe	78
3.8.	Organiczne ogniwa fotowoltaiczne	83
3.9.	Ogniwa słoneczne Grätzela (DSSC – <i>Dye-sensitized solar cells</i>)	83
3.10.	Ogniwa heterozłączowe	86
4.	Moduły fotowoltaiczne	89
4.1.	Konstrukcja modułów	91
4.2.	Etapy produkcji modułów	92
4.2.1.	Łączenie ogniw	94
4.2.2.	Podłoże, hermetyzacja	95
4.2.3.	Warstwa antyrefleksyjna	97
4.2.4.	Zabezpieczenie przed skutkami zacienienia	97
5.	Systemy fotowoltaiczne	99
5.1.	Systemy samodzielne (<i>off-grid</i>)	103
5.2.	Systemy zintegrowane z siecią (<i>grid-connected</i>)	105
5.3.	Systemy zintegrowane z budynkami (BIPV)	111
5.3.1.	Elementy systemu BIPV	112
5.4.	Układy nadążające za Słońcem (<i>Tracking systems</i>)	123
6.	Koncentratory promieniowania	125

7. Sposoby magazynowania energii dla systemów PV	129
7.1. Akumulatory ołowiowe	132
7.2. Akumulatory alkaliczne.....	134
7.3. Akumulatory proszkowe	134
7.4. Akumulatory ołowiano-kwasowe AGM i żelowe	135
8. Testowanie, kalibracja i normalizacja w fotowoltaice.....	137
9. Wskaźniki właściwego doboru elementów instalacji fotowoltaicznej	143
9.1. Instalacje samodzielne (<i>off-grid</i>).....	144
9.1.1. Jakie moduły fotowoltaiczne wybrać?.....	145
9.1.2. Jak określić liczbę potrzebnych modułów?.....	147
9.1.3. Pozostałe elementy systemu.....	148
9.1.3.1. Bateria akumulatorów	148
9.1.3.2. Przewody elektryczne	151
9.1.3.3. Zabezpieczenie instalacji – bezpieczniki i diody <i>bypass</i>	152
9.1.4. Ilość produkowanej energii elektrycznej	154
9.2. Instalacje podłączone do sieci elektroenergetycznej (<i>on-grid</i>)	154
9.2.1. Określenie ilości energii oddawanej do sieci	154
9.2.2. Inwertery	157
9.2.3. Bezpieczniki i diody <i>bypass</i>	162
9.2.4. Dobór przewodów elektrycznych	163
9.2.5. System operacyjny PV w budynku	164
9.2.6. Pomiar energii elektrycznej.....	166
9.2.7. Zabezpieczanie instalacji PV przed wyładowaniami atmosferycznymi	169
9.2.8. Monitorowanie pracy systemu PV i jego konserwacja.....	170
9.3. Programy komputerowe i źródła danych do projektowania instalacji fotowoltaicznych.....	170
9.4. Jak oszacować koszt instalacji?.....	172

10. Strategia rozwoju technologii fotowoltaicznych na świecie.....	177
10.1. Regulacje prawne	184
10.2. Krajowe i regionalne programy wspierające w poszczególnych państwach.....	185
Bibliografia	191